



Estación Experimental Agropecuaria
Marcos Juárez

Fertilización nitrogenada y azufrada en maíz de segunda sobre trigo

Patricia Benzi⁽¹⁾, Miguel Boxler⁽²⁾ y Cristian Lüscher⁽²⁾.

⁽¹⁾O.T. INTA Arias. ⁽²⁾Asesores privados. E-mail: jntaarias@intersatisp.com.ar

Introducción

La importancia del maíz en la rotación está basada en su aporte a la sustentabilidad dentro de sistemas de producción agrícolas puros, por la cantidad y calidad de rastrojos que produce. El maíz de segunda es una alternativa productiva a considerar por el elevado aporte de rastrojos con alta relación Carbono (C)/Nitrógeno (N) que brinda cobertura estable durante el invierno, además de incorporar otra gramínea en la rotación y distribuir los riesgos asociados a los cultivos de verano.

El N es el principal elemento que limita la productividad de los cereales en la región pampeana argentina. Niveles adecuados de Azufre (S) permiten una utilización más eficiente del N (Salvagiotti, 2004). La importancia del S es secundaria respecto a N y a Fósforo (P), por lo que su efectividad se vuelve significativa cuando se satisfacen las necesidades de estos últimos (Fontanetto, 2006). La fertilización constituye una de las herramientas de manejo empresarial que afecta más directamente el costo de producción de cereales como el maíz. Describir los rendimientos en función del agregado creciente de nutrientes mediante la construcción de curvas de respuesta permite ajustar las recomendaciones en función de nuevas tecnologías.

La eficiencia de uso de N de distintas fuentes nitrogenadas es similar cuando los fertilizantes son incorporados. Aplicaciones superficiales de N pueden resultar en pérdidas por volatilización cuando se utiliza urea o fuentes que contengan urea. La aplicación chorreada del fertilizante líquido reduce la superficie de contacto entre el fertilizante y el residuo disminuyendo la tasa de hidrólisis, y por lo tanto, la volatilización (Espósito, 2007).

Con la finalidad de generar mayor información local sobre el tema, se condujo un ensayo cuyo objetivo fue evaluar la respuesta a dosis crecientes de N y S, utilizando fertilizantes líquidos. Adicionalmente, se analizaron los costos y márgenes económicos de cada dosis evaluada.

Materiales y métodos

En el marco de la Red de Ensayos de Dosis Crecientes de Nitrógeno en Maíz del Proyecto Regional de Agricultura Sustentable de la Provincia de Córdoba se realizó una experiencia en campo de productor ubicado en la localidad de Arias, Departamento Marcos Juárez (Córdoba), sobre un suelo serie "Estancia Santa Ana", Hapludol entico.

Se sembró el híbrido La Tijereta 622 MG a 52 cm entre hileras, el día 29 de diciembre de 2007 en siembra directa, con 3 repeticiones. El antecesor fue un cultivo de trigo DM Cronox, fertilizado con N (66 kg) P (44 kg), que rindió 52 qq. El ancho de cada parcela fue de 52 surcos y el largo de 120m. Las semillas fueron inoculadas con cepas de micorrizas. Se hizo una aplicación de fungicida (Azoxistrobina + Cyproconazole) en V9-V10, por presencia de roya común del maíz.

A partir del análisis de suelo al momento de la siembra se estimó que el contenido de N en los primeros 60 cm era de 76 kg. /ha (Cuadro2). La disponibilidad de P fue asegurada a la siembra mediante incorporación en la línea de 115 Kg. /ha de fosfato monoamónico (MAP). Los

tratamientos evaluados y los fertilizantes utilizados se presentan en el cuadro 1. El fertilizante líquido (Solmix) fue aplicado en forma chorroada 20 días después de la siembra. La cosecha se realizó en forma mecánica, con un ancho de 52 surcos, el 24 de junio. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza, estudiando la respuesta al N. Cuando se observaron diferencias significativas entre tratamientos se realizaron comparaciones de medias (método Tukey) y se ajustaron curvas de respuesta a N. El perfil hasta los 60 cm al momento de la cosecha del trigo (10/12) presentó una lámina de agua a la siembra de 28 mm (Cuadro 3), luego hasta la siembra del maíz llovieron 37mm.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados. Fertilización nitrógeno-azufrada

Tratamiento	Fertilizante líquido (l)	Dosis (kg/ha)
1	0	N0 S0
2	145	N30 S9
3	290	N60 S18
4	435	N90 S28
5	580	N120 S37

* Solmix 16% N y 5% de S

Cuadro 2. Análisis de suelo al momento de la siembra

Prof. (cm.)	pH	M.O. (%)	P disponible (ppm)	N nitratos (ppm)	S sulfatos (ppm)
0-20	5,89	2,52	7,9	14,4	29
20-40	5,97	--	--	8,9	--
40-60	6,12	--	--	5,7	--

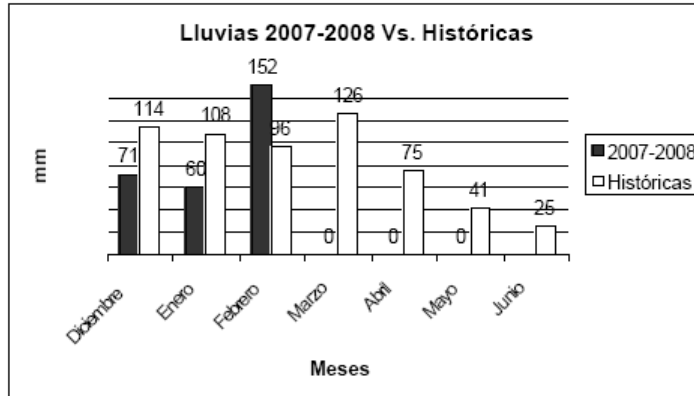
Cuadro 3. Agua en el suelo (12/12/07)

Profundidad (cm)	Capacidad campo (%)	Punto marchitez (%)	Humedad actual (%)	Densidad (g/cm ³)	Agua útil (mm)
00-20	19,4	9,7	17,0	1,26	18
20-40	17,8	8,9	11,5	1,29	7
40-60	16,4	8,2	9,4	1,30	3
Lámina de agua, hasta 60 cm de prof.					28

Resultados y discusión

Las características ambientales fueron favorables durante el crecimiento del cultivo en los meses de enero y febrero. Durante el período crítico (15/02 al 03/03) las condiciones fueron adecuadas y el cultivo no sufrió ningún tipo de stress biótico. La ocurrencia de una helada temprana en una fecha extrema (14/04) interrumpió abruptamente el periodo de llenado de granos.

Gráfico 1. Precipitaciones



FUENTE: O.T. INTA Arias

Cuadro 4. Condiciones meteorológicas

	Dic-07	Ene-08	Feb-08	Mar-08	Abr-08	May-08	Jun-08
Nº de heladas a 5 cm del suelo					5	9	17
Temperatura máxima diaria (°C)	30.8	30.5	30.6	28.1	25.9	22.1	17.5
Temperatura mínima diaria (°C)	16.1	18.4	18.1	15.2	10.3	8.3	3.2

FUENTE: Agroclimatología, INTA Marcos Juárez (Cba)

Se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,001$), $CV=2,57\%$ (Gráfico 2). Los rendimientos se incrementaron a medida que aumentaron las dosis de N y S. El tratamiento 4 (N 90 kg, S 28 kg) mostró el mayor rendimiento, evidenciando la importancia de estos nutrientes en la producción de maíz. A diferencia de lo esperado, el tratamiento 5 que recibió la mayor dosis de N y S no resultó en el máximo rendimiento, no presentando diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento 5 y el 4. Esto estaría mostrando que el cultivo de maíz de 2da presenta su máxima respuesta en rendimiento frente al agregado creciente de N y S, en los 90 Kg de N y 28 de S.

El peso de 1000 granos fue afectado por las condiciones climáticas (heladas) y fue menor respecto al peso de la siembra de primera para el mismo híbrido, lo cual podría implicar un efecto negativo sobre la expresión final del rendimiento.

Gráfico 2. Rendimiento de maíz como resultado de la aplicación de dosis crecientes de N.

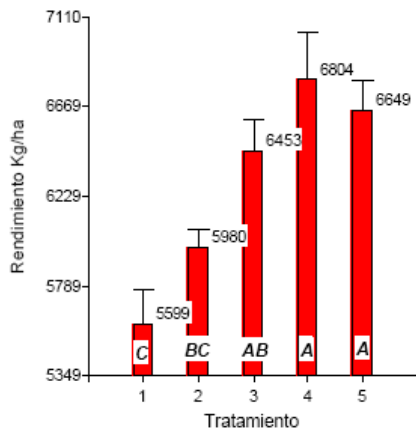
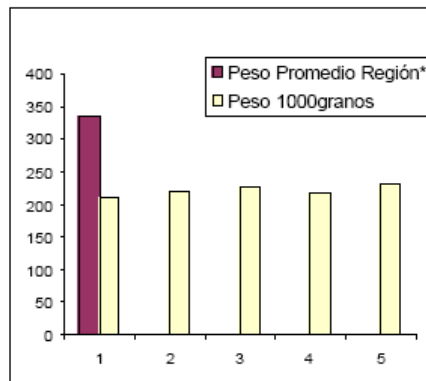


Gráfico 3. Peso promedio de 1000 granos y peso promedio del híbrido La Tijereta 622 en la región.



* Fuente: CREA, Región Sur de Santa Fe

Respecto al análisis de costos, el cuadro 4 muestra los resultados económicos de las diferentes dosis de fertilización con N y S. Los márgenes brutos, calculados a valores de insumos, servicios y cotizaciones de mercado reales, fueron interesantes para todos los tratamientos, particularmente en el tratamiento 4.

Cuadro 5. Márgenes brutos

Trat.	N (Kg./ha)	S (Kg./ha)	Rend. (kg/ha)	Kg de dif. c/testigo	Costo (US\$/ha)	Costo Marginal (US\$/ha)	MB (US\$/ha [#])	MB marginal (US\$/ha)
1	0	0	5.599	0	365,49	0	575,11	0
2	30	9	5.980	381	396,81	31,32	607,83	32,72
3	60	18	6.453	854	428,1	62,61	656	80,89
4	90	28	6.804	1.205	459,41	93,92	683,66	108,55
5	120	37	6.649	1.050	490,71	125,22	626,32	51,21

[#]US\$ 168/tn

Conclusiones

- La máxima respuesta al agregado de dosis crecientes de N y S se observó con dosis de 90Kg. de N y 28 Kg. de S.
- El peso de 1000 granos fue un componente del rendimiento afectado por la ocurrencia de una helada temprana.
- El costo marginal de la fertilización creciente de N y S se vio compensado por aumentos en el margen bruto marginal.

Bibliografía

- Espósito, G.2007. Manejo del nitrógeno en maíz según características ambientales. Informe de Actualización Técnica N°5. EEA INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.
- Fontanetto, H.; Keller, H.; Negro, C.; Belloti, L.2006. Maíz: Efecto de la fertilización con fósforo y azufre en la zona central de Santa Fé. Informaciones Agronómicas 31:9-10. INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
- Salvagiotti, F.2004. Efecto de la fertilización azufrada sobre la eficiencia de uso del nitrógeno en trigo. Tesis MSc.EPG-FAUBA.